

GaN based III-V compound semiconductor light-emitting device

Patent number: TW475276 (B)
Publication date: 2002-02-01
Inventor(s): HO JIN-KUO [TW]; PAN SHYI-MING [TW]; CHIU CHIEN-CHIA [TW]
Applicant(s): IND TECH RES INST [TW]
Classification:
- international: **H01L33/00; H01L33/00;** (IPC1-7): H01L33/00
- european:
Application number: TW20000123451 20001107
Priority number(s): TW20000123451 20001107

Abstract of TW 475276 (B)

A GaN based III-V compound semiconductor light-emitting device comprises a p-type electrode and an n-type electrode disposed on the opposite surfaces of an n-type transparent semiconductor substrate. The p-type electrode is a mirror electrode and reflects light generated by the light-emitting device. The manufacturing process is thus simplified and the light-emitting efficiency of the light-emitting device is increased. In addition, sides of the n-type transparent semiconductor substrate can be slopes, and an electrode contact surface and sides of the n-type semiconductor substrate can be roughened to minimize internal total reflection of the GaN LED and to further increase the light-emitting efficiency.

.....
Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

公告本

申請日期: 89.11.7 案號: 89123451
類別: H01L 33/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

475276

一、發明名稱	中文	氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件
	英文	
二、發明人	姓名 (中文)	1. 何晉國 2. 潘錫明 3. 邱建嘉
	姓名 (英文)	1. Jin-Kuo HO 2. Shyi-Ming PAN 3. Chien-Chia CHIU
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國
	住、居所	1. 台北市光復北路60巷19-10號2樓 2. 彰化縣和美鎮孝慈路39巷3號 3. 台北市民權東路三段184巷1號6樓
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	姓名 (名稱) (英文)	1. Industrial Technology Research Institute
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹縣竹東鎮310中興路四段195號
	代表人 姓名 (中文)	1. 林信義
	代表人 姓名 (英文)	1.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

四、中文發明摘要 (發明之名稱：氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件)

一種氮化鎵 (GaN) 系列III-V族半導體發光元件 (LED)，將一p電極與一n電極設計於一n型透明半導體基板的不同面，且該p電極為一反射鏡電極 (mirror electrode) 用以反射該發光元件所產生的光，因此可簡化製程，並同時增加該發光元件的發光效率。另外，該n型透明半導體基板之側面可為傾斜面，且該n型半導體基板的一電極接觸面以及該側面可為粗糙化之表面，如此可減少該GaN LED的內部全反射，亦可提高發光效率。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



五、發明說明 (1)

【發明之應用領域】

本發明係關於氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，特別是關於一種p電極及n電極分別在基板兩面的氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件。

【發明背景】

現今的氮化鎵系列發光二極體 (GaN LED) 元件的結構，除了Cree公司是使用SiC當基板外，其餘幾乎都是採用不具導電性的藍寶石 (Sapphire) 作為基板的材料。由於SiC基板的價格十分昂貴，且以SiC基板所製作的GaN LED，在亮度上也不如以Sapphire基板為主的GaN LED，使得SiC基板的GaN LED不如Sapphire基板的GaN LED普遍。然而以Sapphire為基板的GaN LED仍存在相當多的缺點，例如，GaN與Sapphire的晶格常數差異性大，所生長的磊晶層缺陷多，品質不易控制造成製程上的困難。且由於Sapphire基板不導電，所以p電極與n電極必須做在基板的同一面，也增加了製程的複雜性。另Sapphire基板的硬度太高，不利於晶粒的切割，亦造成製程的困難度。另一方面，以Sapphire為基板的GaN LED為了增加發光面積必須採取覆晶 (Flip Chip) 的封裝方式，而為了降低覆晶封裝時對準上的困難度，並且避免短路 (short circuit) 發生，而必須增加晶粒的面積，使得每一晶片的總晶粒數減少。

此外，傳統GaN LED當電流注入元件時，無法在p型半導體層中進行均勻地擴散，發光區域被局限於金屬電極的四



五、發明說明 (2)

周，而不透明的金屬電極又會造成光的遮蔽，因此造成 GaN LED 發光效率無法提昇。為了解決與 p 型 GaN 半導體層接觸電極的應用問題，一般的解決方法均著重在該金屬電極材料的選擇上、熱處理條件的改變以及電極製作方式的改善等方面。

「第 1 圖」繪示一種習知的 GaN LED 元件的結構剖面示意圖。該 GaN LED 元件包括：一 Sapphire 基板 1；成長於該 Sapphire 基板 1 之一表面上的 GaN 半導體元件結構之磊晶層 2，以及在該磊晶層 2 上之一 n 電極 3 和一薄金屬 p 電極 4。而該磊晶層 2 係至少由一 n 型氮化鎵 (n-GaN) 半導體層 5 以及一 p 型氮化鎵 (p-GaN) 半導體層 6 所組成。在該薄金屬 p 電極 4 上則可形成有一範圍較小的金屬墊 7 (bonding pad)。以薄金屬層作為透明電極雖然可達到光穿透效果，但其透光率仍受到限制，而會對光的輸出造成些許的阻擋，降低元件的發光效率。且薄金屬層結構的總厚度要低於數百埃，甚至要到 100 埃以下，才能達到透光效果。然而，製作如此薄的金屬結構作為透明電極，會造成製程上的困難，使生產良率無法提昇。此外，該薄金屬層的厚度均勻性不易精準控制，發光的均勻性亦受到限制。另外，該薄金屬易與環境中的水氣反應而劣化，降低元件的壽命與可靠度。因此必須額外的鈍態保護層 8 以保護該薄金屬電極。如此，亦增加了製程的複雜性以及生產的成本。綜上所述，仍有必要對 GaN LED 元件提出進一步的創新與改良。



【發明之目的及概述】

據此，本發明的目的仍是為了以提昇發光效率，降低製程困難度，而提供一種新的GaN LED元件的結構。

根據上述目的，本發明的一種GaN LED元件，將一p電極與一n電極設計於基板的不同面，且該p電極為一反射鏡電極 (mirror electrode)，因而可簡化製作流程並提昇發光效率。該GaN LED元件包括：一n型透明半導體基板，其具有一磊晶面以及一電極接觸面；一半導體元件結構，成長於該n型透明半導體基板之該磊晶面上，該半導體元件結構至少由一n型氮化鎵系列III-V族化合物半導體以及一p型氮化鎵系列III-V族化合物半導體所組成；一p透明接觸電極膜，形成於該半導體元件結構上，並與該p型氮化鎵系列III-V族化合物半導體形成低電阻歐姆接觸；一反射鏡金屬p電極，形成於該p透明接觸電極膜上；以及，一金屬n電極，形成於該電極接觸面上。

其中該p型氮化鎵系列III-V族化合物半導體之最外層可包括一p型 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}/\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 超晶格半導體，其中 $0 \leq x, y, z, p, q, r \leq 1$ ， $x+y+z=1$ ， $p+q+r=1$ ， $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 的能隙大於 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ ，且最外層為 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 。如此可直接與該反射鏡p電極形成良好的低電阻歐姆接觸，而可不需該p透明接觸電極膜。

根據上述本發明的目的，該n型透明半導體基板之側面可具有傾斜面，亦即該側面有部份或全部之面傾斜於該n型透明半導體基板之該磊晶面與該電極接觸面。另外，



五、發明說明 (4)

該電極接觸面與該側面可為粗糙化之表面，如此可減少全反射，而提高發光效率。

為使對本發明的目的、構造特徵及其功能有進一步的瞭解，茲配合圖示詳細說明如下：

【實施例詳細說明】

參考「第2A圖」，繪示根據本發明的一種GaN LED元件的結構。該GaN LED元件主要由一透明導電基板11、一半導體元件結構12、一p透明接觸電極膜13、一反射鏡p電極14以及一金屬n電極15所組成。在本實施例中，該透明導電基板11為一n型GaN導電基板，用以當作窗戶層(window layer)。然而該透明導電基板11亦可選用其它的材質，例如，n-ZnO、n-SiC、n-LiAlO₂、n-LiGaO₂等。該透明導電基板11具有一磊晶面111及一電極接觸面112。該半導體元件結構12係磊晶成長於該磊晶面111上，而該金屬n電極15則形成於該電極接觸面112上，作為對外電性連接之用，該金屬n電極15的材質可包括Au或Al等。該電極接觸面112並可具有一n透明導電膜16，例如為一ITO透明導電膜，該ITO透明導電膜具有良好的透光性，且可與n-GaN基板形成良好的歐姆接觸，接觸電阻率可低至 $5 \times 10^{-4} \Omega$ (J.K. Sheu et al, "Indium tin oxide ohmic contact to highly doped n-GaN", Solid-State Electronics, Vol.43, 1999, pp.2081-2084)。

成長於該磊晶面111的該半導體元件結構12至少包括一n型氮化鎵(GaN)系列III-V族化合物半導體121(以下



五、發明說明 (5)

簡稱為n型氮化物半導體)以及一p型氮化鎵(GaN)系列III-V族化合物半導體122(以下簡稱為p型氮化物半導體)。該p透明接觸電極膜13,例如為NiO或NiO/Au,係形成於該p型氮化物半導體122上,可與該p型氮化物半導體122形成良好的歐姆接觸,使電流均勻擴散至整個p型氮化物半導體層表面,並具有良好的透光性(何晉國,鍾長祥,鄭振雄,黃兆年,陳金源,邱建嘉,史國光,"半導體之歐姆接觸及其製作方法",中華民國專利,公告第386286號)。

該反射鏡p電極14,例如為Ag或Al電極,形成於該p透明接觸電極膜13上,用以反射該GaN LED所產生的光線,藉由該p透明接觸電極膜13以及該反射鏡p電極14可有效增加該GaN LED的發光效率。且該反射鏡p電極14與該金屬n電極15在不同面,更可簡化製程與降低生產成本。

另外,如「第2B圖」所示,若該p型氮化物半導體122之最外層具一p型 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}/\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 超晶格半導體,其中 $0 \leq x, y, z, p, q, r \leq 1$, $x+y+z=1$, $p+q+r=1$, $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 的能隙大於 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$,且最外層為 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 。則該p型氮化物半導體122可直接與該反射鏡p電極14形成良好的低電阻歐姆接觸,而可不需要在該反射鏡p電極14與該p型氮化物半導體122之間形成該p透明接觸電極膜。

參考「第3圖」為本發明的另一個實施例,該透明導電基板11的該電極接觸面112可加以粗糙化,平均粗糙度 ≥ 300 埃,以減少內部全反射而增加發光效率。其中該電極接觸面112的粗糙化可以是無序的(random)亦可有一



五、發明說明 (6)

定的紋理 (texture)。另外，如「第4圖」所繪示，該粗糙化的電極接觸面112上，同樣地可形成有一 n 透明導電膜16。

參考「第5A、5B圖」為本發明的另兩個實施例，該透明導電基板11的側面123可具有傾斜面，亦即該側面123之部份或全部可與該電極接觸面112及該磊晶面111不為垂直而呈傾斜之角度，該傾斜面不限定為平面，亦可為曲面或不規則面。其中該電極接觸面112可小於該磊晶面111，使該透明導電基板11呈上窄下寬的形狀。如此，同樣地可減少內部全反射的機率而增加光穿透的機會。另外，如「第6圖」所示，該電極接觸面112亦可加以粗糙化，而該粗糙化後的電極接觸面上，亦可形成一 n 透明導電膜16。另該 n 透明導電膜16可如「第7、8圖」所繪示，延伸至該透明導電基板11的側面113。

又參考「第9圖」所繪示之GaN LED元件結構。該透明導電基板11的側面113為傾斜面，且該電極接觸面112大於該磊晶面111，使該透明導電基板11呈上寬下窄的形狀。同樣地可減少內部全反射而增加發光效率。而該電極接觸面112同樣可加以粗糙化，亦可形成該 n 透明導電膜16而如「第10圖」中所繪之結構。

以上所述者，僅為本發明其中的較佳實施例而已，並非用來限定本發明的實施範圍，熟習該項技術者當可作適當的修飾與更改，例如，該金屬 n 電極除了可為Au、Al外，亦可為Pt、Pd、Ag、Co、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、



五、發明說明 (7)

Ta、Cr、Mo、Cu。而該反射鏡p電極可為Ag、Al以外的材質，如Mg、Pt、Pd、Au、Co、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo等。另外，可與該p型GaN半導體形成良好歐姆接觸的透明導電膜，除了NiO外，亦可選用MnO、FeO、CoO、PdO、MoO₂、MnO₂、Fe₂O₃、Co₃O₄、Cr₂O₃、CrO₂、Rh₂O₃、CuAlO₂、SrCu₂O₂。而可與該n型透明半導體基板形成良好歐姆接觸的透明導電膜除了ITO外，亦可選用ZnO、SnO₂、In₂O₃、Tl₂O₃、CdO、In₄Sn₃O₁₂、ZnSnO₃、SnZn₂O₄、Zn₂In₂O₅、ZnGa₂O₄、CdSb₂O₆、GaInO₃、MgInO₄、AgInO₂、MIn₂O₄ (M=Mg、Ca、Sr、Ba)等材質。故凡依本發明申請專利範圍所作的均等變化與修飾，皆為本發明專利範圍所涵蓋。



【圖式簡單說明】

第1圖，繪示一種習知的GaN LED發光元件剖面示意圖，該發光元件的p電極與n電極在基板的同一面，且該p電極為薄金屬電極。

第2A圖，繪示根據本發明的一種GaN LED發光元件剖面示意圖，該發光元件的p電極與n電極在基板的不同面，且該p電極為一反射鏡電極，位於該發光元件的p型GaN半導體層上並形成有一p透明接觸電極膜。

第2B圖，繪示根據本發明的一種GaN LED發光元件剖面示意圖，該反射鏡p電極直接形成於該發光元件的p型GaN半導體層之 $Al_xGa_yIn_zN/Al_pGa_qIn_rN$ 超晶格半導體表面上。

第3圖，繪示根據本發明的一種GaN LED發光元件剖面示意圖，該透明導電基板的電極接觸面被粗糙化。

第4圖，繪示根據本發明的一種GaN LED發光元件剖面示意圖，該透明導電基板的電極接觸面被粗糙化，其上並形成有一n透明導電膜。

第5A、5B圖，繪示根據本發明的GaN LED發光元件剖面示意圖，該透明導電基板的側面具有傾斜面，且電極接觸面小於磊晶面。

第6圖，為「第5A圖」所示之GaN LED發光元件的該電極接觸面加以粗糙化，其上並形成一n透明導電膜。

第7圖，為「第5A圖」所示之GaN LED發光元件的該電極接



圖式簡單說明

觸面上形成有n透明導電膜且延伸至該透明導電基板的側面。

第8圖，為「第7圖」所示之GaN LED發光元件的該透明導電基板的電極接觸面與側面被粗糙化。

第9圖，繪示根據本發明的一種GaN LED發光元件剖面示意圖，該透明導電基板的側面為傾斜面，且電極接觸面大於磊晶面。

第10圖，為「第9圖」所示之GaN LED發光元件的該透明導電基板的電極接觸面被粗糙化，其上並形成有一n透明導電膜。

【圖式符號說明】

- 1 Sapphire 基板
- 2 磊晶層
- 3 n 電極
- 4 薄金屬p 電極
- 5 n型氮化鎵半導體層
- 6 p型氮化鎵半導體層
- 7 金屬墊
- 8 保護層
- 11 透明導電基板
- 12 半導體元件結構
- 13 p透明接觸電極膜
- 14 反射鏡p 電極
- 15 金屬n 電極



圖式簡單說明

- 16 n 透 明 導 電 膜
- 111 磊 晶 面
- 112 電 極 接 觸 面
- 113 側 面
- 121 n 型 氮 化 物 半 導 體
- 122 p 型 氮 化 物 半 導 體



六、申請專利範圍

1. 一種氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件包含：
 - n型透明半導體基板，具有一磊晶面以及一電極接觸面；
 - 半導體元件結構，成長於該n型透明半導體基板之該磊晶面上，該半導體元件結構至少由一n型氮化鎵系列III-V族化合物半導體以及一p型氮化鎵系列III-V族化合物半導體所組成；
 - p透明接觸電極膜，形成於該半導體元件結構上，並與該p型氮化鎵系列III-V族化合物半導體形成低電阻歐姆接觸；
 - 反射鏡金屬p電極，形成於該p透明接觸電極膜上；以及
 - 金屬n電極，形成於該電極接觸面上。
2. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面上，並具有一n透明導電膜，該n透明導電膜與該n型透明半導體基板形成低電阻歐姆接觸。
3. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之材質係選自n-GaN、n-ZnO、n-SiC、n-LiAlO₂、n-LiGaO₂所組成之族群中的任何一種。
4. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該半導體元件結構至少具有一組p-n junction。



六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該p透明接觸電極膜為p型氧化物半導體（p-type metal oxide semiconductor）或是p型氧化物半導體與貴金屬（noble metal）混合材料。
6. 如申請專利範圍第5項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該p型氧化物係選自 MnO 、 FeO 、 CoO 、 NiO 、 PdO 、 MoO_2 、 MnO_2 、 Fe_2O_3 、 Co_3O_4 、 Cr_2O_3 、 CrO_2 、 Rh_2O_3 、 CuAlO_2 、 SrCu_2O_2 等所組成之族群中的任何一種。
7. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該金屬p電極係選自 Au 、 Al 、 Mg 、 Pt 、 Pd 、 Ag 、 Co 、 Ni 、 Ti 、 Zr 、 Hf 、 V 、 Nb 、 Ta 、 Cr 、 Mo 、所組成之族群中的任何一種。
8. 如申請專利範圍第2項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n透明導電膜為透明導電氧化物。
9. 如申請專利範圍第8項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該透明導電氧化物係選自 ITO 、 ZnO 、 SnO_2 、 In_2O_3 、 Tl_2O_3 、 CdO 、 $\text{In}_4\text{Sn}_3\text{O}_{12}$ 、 ZnSnO_3 、 SnZn_2O_4 、 $\text{Zn}_2\text{In}_2\text{O}_5$ 、 ZnGa_2O_4 、 CdSb_2O_6 、 GaInO_3 、 MgInO_4 、 AgInO_2 、 MIn_2O_4 （ $\text{M}=\text{Mg}$ 、 Ca 、 Sr 、 Ba ）等所組成之族群中的任何一種重摻雜之n型半導體氧化物。
10. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該金屬n電極係選自 Ag 、 Al 、



六、申請專利範圍

Pt、Pd、Au、Co、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Cu所組成之族群中的任何一種。

11. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面可全部或部份粗糙化，平均粗糙度 ≥ 300 埃。
12. 如申請專利範圍第1項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之側面具有傾斜面。
13. 如申請專利範圍第12項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面大於該磊晶面。
14. 如申請專利範圍第12項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面小於該磊晶面。
15. 如申請專利範圍第14項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面與該側面可全部或部份粗糙化，平均粗糙度 ≥ 300 埃。
16. 如申請專利範圍第14項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面上，並具有一n透明導電膜，該n透明導電膜與該n型透明半導體基板形成低電阻歐姆接觸。
17. 如申請專利範圍第16項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n透明導電膜延伸至該n型透



六、申請專利範圍

明半導體基板之該側面。

18. 一種氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，包括：

一n型透明半導體基板，具有一磊晶面以及一電極接觸面；

一半導體元件結構，成長於該n型透明半導體基板之該磊晶面上，該半導體元件結構至少包含：

一n型氮化鎵系列III-V族化合物半導體；以及

一p型氮化鎵系列III-V族化合物半導體，其外層具

一p型 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}/\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 超晶格半導體，其中

$0 \leq x, y, z, p, q, r \leq 1$ ， $x+y+z=1$ ， $p+q+r=1$ ，

$\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 的能隙大於 $\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ ，且最外層為

$\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ ；

一反射鏡金屬p電極，形成於該p型

$\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}/\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 超晶格半導體之該最外層

$\text{Al}_p\text{Ga}_q\text{In}_r\text{N}$ 表面上；以及

一金屬n電極，形成於該電極接觸面上。

19. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面上，並具有一n透明導電膜，該n透明導電膜與該n型透明半導體基板形成低電阻歐姆接觸。

20. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之材質係選自n-GaN、n-ZnO、n-SiC、n-LiAlO₂、n-LiGaO₂所組

六、申請專利範圍

成之族群中的任何一種。

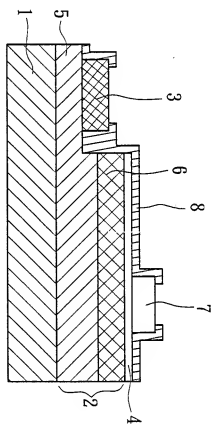
21. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該半導體元件結構至少具有一組p-n junction。
22. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該反射鏡金屬p電極係選自Ag、Al、Mg、Pt、Pd、Au、Co、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、所組成之族群中的任何一種。
23. 如申請專利範圍第19項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n透明導電膜為透明導電氧化物。
24. 如申請專利範圍第23項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n透明導電氧化物係選自ITO、ZnO、SnO₂、In₂O₃、Ti₂O₃、CdO、In₄Sn₃O₁₂、ZnSnO₃、SnZn₂O₄、Zn₂In₂O₅、ZnGa₂O₄、CdSb₂O₆、GaInO₃、MgInO₄、AgInO₂、MIn₂O₄ (M=Mg、Ca、Sr、Ba)等所組成之族群中的任何一種重摻雜之n型半導體氧化物。
25. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該金屬n電極係選自Au、Al、Pt、Pd、Ag、Co、Ni、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Cu所組成之族群中的任何一種。
26. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面可全部或部份粗糙化，平均粗糙度 ≥ 300 埃。



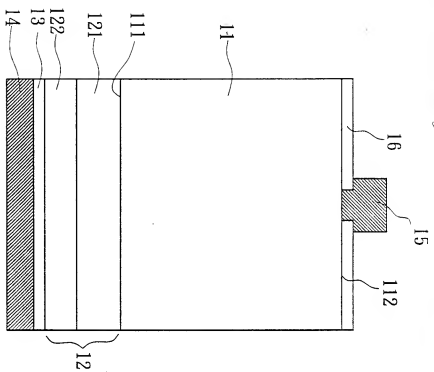
六、申請專利範圍

27. 如申請專利範圍第18項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之側面具有傾斜面。
28. 如申請專利範圍第27項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面大於該磊晶面。
29. 如申請專利範圍第28項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面小於該磊晶面。
30. 如申請專利範圍第29項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面與該側面可全部或部份粗糙化，平均粗糙度 ≥ 300 埃。
31. 如申請專利範圍第29項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n型透明半導體基板之該電極接觸面上，並具有一n透明導電膜，該n透明導電膜與該n型透明半導體基板形成低電阻歐姆接觸。
32. 如申請專利範圍第31項所述之氮化鎵系列III-V族化合物半導體發光元件，其中該n透明導電膜延伸至該n型透明半導體基板之該側面。

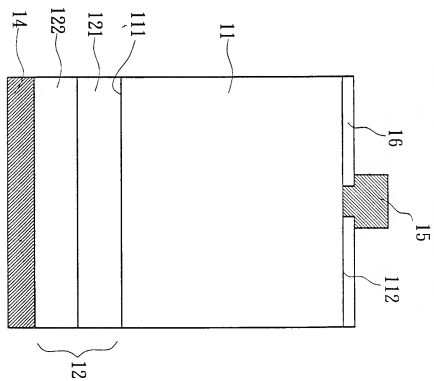




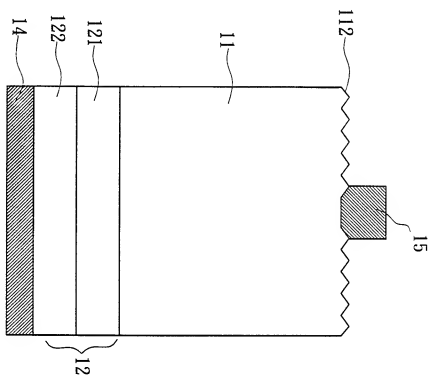
第1圖



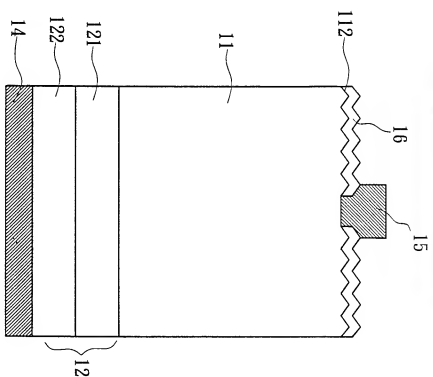
第2A圖



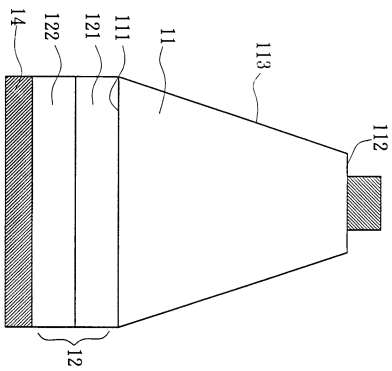
第2B圖



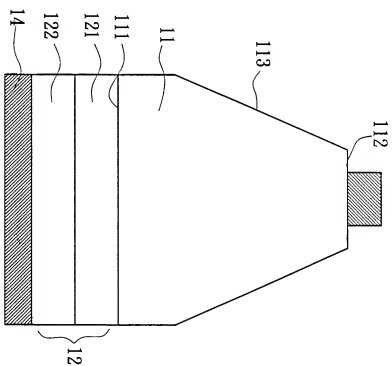
第3圖



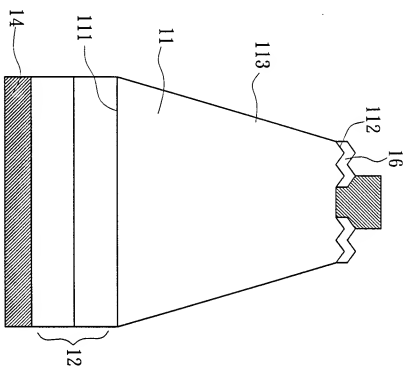
第4圖



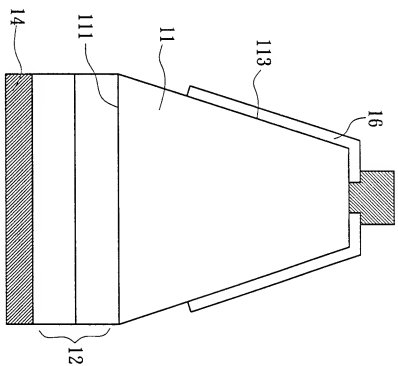
第5A圖



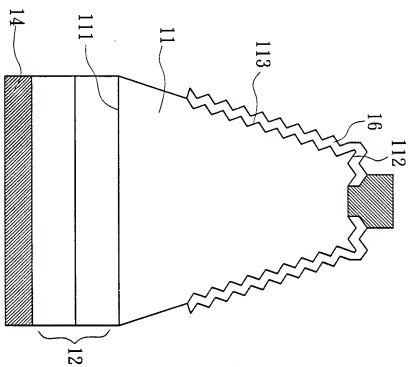
第5B圖



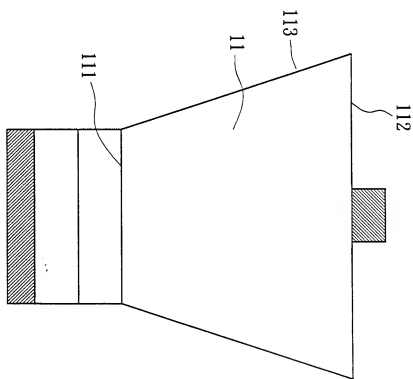
第6圖



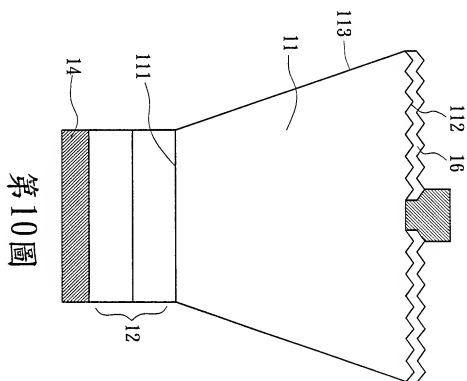
第7圖



第8圖



第9圖



第10圖